

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 13 605.3
Anmeldetag: 26. März 2003
Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
81669 München/DE
Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Steuern
eines oder mehrerer Speicherbausteine
IPC: G 11 C 7/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 18. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Benzing".

Stanschus

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Steuern eines oder mehrerer Speicherbausteine

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines oder mehrerer Speicherbausteine, wobei die Steuerung insbesondere die Betriebssicherheit des Speicherbausteins betrifft.

Dynamische Halbleiterspeicher müssen in regelmäßigen Abständen aufgefrischt werden, da sonst die gespeicherten Daten verloren gehen. Die Frequenz, mit der diese Auffrischungen durchgeführt werden müssen, ist stark temperaturabhängig. Die sogenannte Data-Retention-Time, also die Zeitdauer, über die die Daten ohne Auffrischung erhalten bleiben, sinkt exponentiell mit steigender Temperatur. Die Data-Retention-Time wird deshalb vom Speicherhersteller für eine bestimmte Maximaltemperatur spezifiziert. Wird diese Maximaltemperatur im Betrieb überschritten, können gespeicherte Daten verloren gehen.

Entscheidend für die Funktion des Speicherbausteins ist die Temperatur des Silizium-Chips. Diese kann durch Messen am Gehäuse oder im Gehäuse des Systems nicht sicher bestimmt werden. Eine Temperaturmessung im Gehäuse des Systems, beispielsweise in einem PC, liefert zwar erste Anhaltspunkte, welche jedoch nicht die für eine sichere Beurteilung der Situation erforderliche Genauigkeit liefern können. Für den Speichercontroller eines Computersystems, der im folgenden auch als Speichersteuerbaustein bezeichnet wird, gibt es so mit bislang keine Möglichkeit zu ermitteln, ob der Speicherbaustein oder die Speicherbausteine eine kritische Temperatur überschritten haben.

Im ungünstigsten Fall kommt es daher zu temperaturbedingten Fehlern und Abstürzen, die durch geeignete Reaktion des Systems vermeidbar gewesen wären.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Steuern eines Speicherbausteins anzugeben, 5 bei dem Systemausfälle oder Datenverlust bedingt durch die Überhitzung eines Speicherbausteins durch eine rechtzeitige Erkennung und durch entsprechende Maßnahmen vermieden werden können. Die Betriebssicherheit soll somit erhöht werden.

10 In vorteilhafter Weise kann bei der erfindungsgemäßen Lösung die Leistungsfähigkeit des Systems im wesentlichen erhalten bleiben.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Steuern eines 15 oder mehrerer Speicherbausteine mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

So weist die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Steuern eines Speicherbausteins einen Temperatursensor zur Erfassung der 20 Temperatur des Speicherbausteins auf, welcher im Speicherbaustein angeordnet ist. Zudem ist ein Speichersteuerbaustein vorgesehen, welcher zur Auswertung der Temperatur mit dem Speicherbaustein verbunden ist und welcher derart ausgebildet und betreibbar ist, dass, falls die Temperatur einen bestimmten Wert überschreitet, ein Anpassungsvorgang eingeleitet wird.

Bislang ist eine Temperaturrückmeldung bei Standard Synchronous Dynamic Random Access Memory (SDRAM) und bei Double Data 30 Rate (DDR) Speicherbausteinen für Personal Computer (PC) und Workstations nicht vorgesehen.

Die Aufgabe wird des weiteren durch ein Verfahren zum Steuern eines Speicherbausteins mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 4 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern eines Speicherbausteins weist folgende Schritte auf. Mittels des Speicherbausteins wird ein Temperatursignal an einen Speichersteuerbaustein gesendet. Mittels des Speichersteuerbausteins wird die Temperatur ausgewertet und falls die Temperatur einen bestimmten Wert überschreitet, ein Anpassungsvorgang eingeleitet.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den abhängigen Patentansprüchen angegebenen Merkmalen.

Bei einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist diese einen weiteren Speicherbaustein und einen weiteren Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur des weiteren Speicherbausteins auf, welcher im weiteren Speicherbaustein angeordnet ist. Zudem ist ein Mittel zur Bestimmung der höchsten Temperatur, welches mit dem Speichersteuerbaustein verbunden ist, vorgesehen. Dies hat den Vorteil, dass, falls mehrere Speicherbausteine vorhanden sind, für jeden Speicherbaustein gesondert die Temperatur erfasst und dadurch sichergestellt wird, dass jeder einzelne Speicherbaustein für sich hinsichtlich seiner Betriebstemperatur überwacht werden kann. Dadurch wird die Betriebssicherheit des gesamten Systems weiter erhöht.

Bei einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weisen die Speicherbausteine Pulsweitencodierer auf, um pulsweitencodierte Temperatursignale zu erzeugen, welche dem Mittel zur Bestimmung der höchsten Temperatur vorgeschaltet sind. Das Mittel zur Bestimmung der höchsten Temperatur umfasst eine verdrahtete ODER-Schaltung, um die pulsweitencodierten Temperatursignale zu verknüpfen. Damit kann auf einfache Art und Weise und mit nur geringem zusätzlichen schaltungstechnischen Aufwand die maximal vorherrschende Betriebstemperatur aller vorhandenen Speicherbausteine ermittelt werden.

Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung eines Speicherbausteins wird mittels des Anpassungsvorgangs die Temperatur im Speicherbaustein gesenkt oder zumindest nicht weiter erhöht. Dies kann dadurch erfolgen,
5 dass die Anzahl der Befehle pro Zeiteinheit, die an den Speicherbaustein gesendet werden, reduziert wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung eines Speicherbausteins wird mittels
10 des Anpassungsvorgangs die Temperatur im Speicherbaustein gesenkt, indem eine Kühleinheit aktiviert wird. Damit kann die Betriebstemperatur im Speicherbaustein bzw. in den Speicherbausteinen innerhalb kurzer Zeit deutlich gesenkt werden, ohne dass es zu einer Leistungseinbuße im Computersystem kommt.

15 Vorteilhafter Weise wird mittels des Anpassungsvorgangs bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Anzahl der Speicherauffrischungen pro Zeiteinheit erhöht. Damit kann einem unerwünschten Datenverlust entgegengewirkt werden. Auch bei dieser Maßnahme wird die Leistungsfähigkeit des Computersystems
20 nicht in erheblichem Maße beschränkt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung eines Speicherbausteins kann darüber hinaus mittels des Anpassungsvorgangs der Speicherbaustein gezielt deaktiviert werden. Damit steht dem Gesamtsystem zwar weniger Speicherplatz zur Verfügung, aber die Funktionsfähigkeit des Systems bleibt erhalten.
25

30 Zur Lösung der Aufgabe wird ferner vorgeschlagen, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels des Anpassungsvorgangs auch das Gesamtsystem gezielt heruntergefahren werden kann. Damit können unerwünschte Systemabstürze vermieden werden. Zudem bleibt das Computersystem über die gesamte Zeit
35 hin in einem stabilen und definierten Zustand.

Die Temperatur kann nach einem weiteren Merkmal der Erfindung binär kodiert werden. Damit kann das Temperatursignal ohne weiteres durch bestehende Komponenten wie beispielsweise dem Speichersteuerbaustein ausgewertet werden, ohne dass eine zusätzliche Umsetzung des Temperatursignals beispielsweise von analog nach digital erforderlich wäre. Falls das binär kodierte Temperatursignal lediglich die Zustände „Temperatur ist unkritisch“ oder „Temperatur ist kritisch“ liefert, ist die Auswertung im Speichersteuerbaustein äußerst einfach und mit äußerst geringem Aufwand realisierbar.

Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung eines Speicherbausteins kann die Temperatur in ein frequenzkodiertes Temperatursignal umgesetzt werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann die Temperatur auch in ein pulsweitenkodiertes Temperatursignal umgesetzt werden.

Schließlich kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung eines Speicherbausteins die Temperatur auch in ein analoges Temperatursignal umgesetzt werden. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn der im Speicherbaustein integrierte Temperatursensor bereits ein analoges Messsignal liefert.

Im folgenden wird die Erfindung mit mehreren Ausführungsbeispielen anhand von drei Figuren weiter erläutert.

Figur 1 zeigt eine erste mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung eines Speicherbausteins,

Figur 2 zeigt eine zweite mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung mehrerer Speicherbausteine,

Figur 3 zeigt ein Zeitdiagramm mit mehreren Temperatursignalen und einem sich daraus ergebenden Ausgangssignal.

- In Figur 1 ist eine mögliche Ausführungsform der Vorrichtung zum Steuern eines Speicherbausteins als Prinzipdarstellung gezeigt. Die in einem Speicherbaustein 2 vorherrschende Temperatur ϑ wird mit Hilfe einer Temperaturerfassungseinheit oder einem Temperatursensor 4 erfasst. Die Temperatur ϑ wird dann in ein Temperatursignal TS umgesetzt und einem Speichercontroller oder Speichersteuerbaustein 1 zugeführt. Dieser wertet die Temperatur bzw. das Temperatursignal TS aus und erzeugt in Abhängigkeit davon ein Steuersignal CS, welches dann wiederum dem Speicherbaustein 2 zugeführt wird.
- Alternativ dazu, gegebenenfalls auch zusätzlich dazu, kann vom Speichersteuerbaustein 1 auch ein Lüftersteuersignal LS erzeugt werden, welches einem Lüfter 3 zugeführt wird.

Mittels einer temperaturempfindlichen Halbleiterstruktur wird die Temperatur ϑ des Silizium-Dies des Speicherbausteins 2 gemessen. Das Ergebnis dieser Messung wird an dem Speichercontroller 1 des Systems übermittelt. Die Übermittlung kann dabei binär, beispielsweise als „Temperatur im zulässigen Bereich“ oder „Temperatur im kritischen Bereich“ erfolgen. Alternativ dazu kann die Temperatur ϑ auch genauer erfasst und übermittelt werden. Die Temperaturübermittlung kann auch analog erfolgen. Falls dem Speichersteuerbaustein 1 die Temperatur ϑ genauer zugeführt werden soll, kann die Temperatur ϑ auch mit Hilfe einer Frequenz- oder Pulsweiten-Kodierung umgesetzt und dann übermittelt werden.

Im Bedarfsfall kann der Speichercontroller 1 dann reagieren, indem er zum Beispiel die Anzahl leistungsintensiver Kommandos pro Zeiteinheit an den Speicherbaustein 2 reduziert. Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Intervalle zwischen den Auffrischungen für den Speicherbaustein 2 zu reduzieren. Zudem kann zur Kühlung des Speichers 2 beispielsweise der Lüf-

ter 3 aktiviert werden. In besonderen Fällen kann auch der Speicherbaustein 2 deaktiviert werden. Operationen werden dann nur noch auf anderen Speicherbausteinen durchgeführt. Schließlich besteht auch die Möglichkeit, das gesamte System 5 kontrolliert herunterzufahren.

Die im Speicherbaustein 2 in Wärme umgesetzte elektrische Energie ist abhängig von der Art und der Anzahl der durchgeführten Befehle. Durch die Reduzierung der Befehlslast, also 10 der Anzahl der Befehle pro Zeiteinheit, kann somit der Speichersteuerbaustein 1 zumindest eine weitere Erwärmung des Speichers 2 verhindern. Falls die Befehlslast nicht reduziert werden kann, ist es bei erhöhter Temperatur möglich, durch 15 eine Verkürzung der Auffrischungsintervalle Ausfällen vorzu-beugen.

Um die Kompatibilität mit bestehenden Standards für Speicher, beispielsweise mit SDRAM- und DDR-Speicherbausteinen zu wahren, kann das Temperatursignal TS über einen nicht belegten 20 Pin des Gehäuses oder des Modulsteckers geleitet werden. Ebenso ist es denkbar, dass die Funktion zur Ausgabe der Temperatur erst durch einen Befehl des Speichersteuerbausteins 1 aktiviert werden muss. Dazu bietet sich insbesondere ein Mode Register Set (MRS) an.

(25) Vorteilhafter Weise wird ein Protokoll implementiert, das die Kompatibilität mit bisherigen Speicherbausteinen wahrt.

Auf einem Speichermodul ist immer eine Anzahl von Speicher-30 bausteinen vorhanden. Als einfachste Lösung ist es denkbar, dass nur der Speicherbaustein überwacht wird, der sich an der gewöhnlich wärmsten Position des Printed Circuit Boards (PCB) befindet.

35 Weil aber die Erwärmung des Speicherbausteins durch ungünstige Raumverhältnisse oder auch durch unterschiedliche Art der gespeicherten Daten unterschiedlich ausfallen kann, ist es

günstiger, die Überwachung aller Speicherbausteine zu ermöglichen. Dazu kann ein Verfahren zum Einsatz kommen, das bevorzugt die Temperatur des wärmsten Speicherbausteins übermittelt. Eine derartige Vorrichtung zur Steuerung mehrerer Speicherbausteine ist in Figur 2 dargestellt. Die Temperatur ϑ_1 , die im ersten Speicherbaustein 2.1 vorherrscht, wird mit Hilfe eines Temperatursensors 4.1 ermittelt und als erstes Temperatursignal TS1 an einem Ausgang des Speicherbausteins 2.1 zur Verfügung gestellt. Sinngemäß gilt gleiches für den zweiten Speicherbaustein 2.2. Die im zweiten Speicherbaustein 2.2 vorherrschende Temperatur ϑ_2 wird mit Hilfe eines zweiten Temperatursensors 4.2 ermittelt und als zweites Temperatursignal TS2 an einem Ausgang des zweiten Speicherbausteins 2.2 zur Verfügung gestellt. Für den n-ten Speicherbaustein 2.n gilt prinzipiell das gleiche. Mit Hilfe eines n-ten Temperatursensors 4.n wird die Temperatur ϑ_n des n-ten Speicherbausteins 2.n bestimmt und als n-tes Temperatursignal TS_n an einem Ausgang des n-ten Speicherbausteins 2.n zur Verfügung gestellt.

20

Sämtliche Temperatursignale TS1, TS2 bis TS_n liegen, wie im Zeitdiagramm in Figur 3 gezeigt ist, als pulsweitenmodulierte Temperatursignale vor. Die entsprechenden Pulsweitenmodulationen erfolgen jeweils mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators, welcher ebenso wie die Temperatursensoren 4.1 bis 4.n im jeweiligen Speicherbaustein 2.1 bis 2.n integriert ist. Über eine verdrahtete Oder-Schaltung werden die einzelnen Temperatursignale TS1, TS2 bis TS_n oder-verknüpft und als oder-verknüpfte Ausgangsspannung Uout zur Verfügung gestellt. Die Ausgangsspannung Uout kann dann auf den entsprechenden Steuereingang des Speichersteuerbausteins 1 geführt werden. Die einzelnen Speicherbausteine 2.1, 2.2 bis 2.n geben während der Temperaturübermittlung über einen Open-Collector-Ausgang einen Low-Puls aus, dessen Länge proportional zur gemessenen Temperatur ϑ_1 , ϑ_2 bis ϑ_n ist. Durch die Verschaltung aller Ausgänge, an denen das jeweilige Temperatursignal TS1, TS2 bis TS_n abgreifbar ist, mit einem gemeinsamen Pull-up-

25

30

35

Widerstand 5 bestimmt dann der Speicherbaustein mit dem längsten Puls, was der höchsten Temperatur entspricht, den ausgegebenen Wert. Die Funktionsweise ist im Zeitdiagramm in Figur 3 gezeigt. Zum Zeitpunkt t1 wird über ein Trigger-Ereignis,

5 gekennzeichnet durch einen Pfeil, der Zustand der Temperatursignale TS1, TS2 bis TSn ausgelesen, was dazu führt, dass das Signal Uout zum Zeitpunkt t1 seinen logischen Zustand wechselt. Sobald das letzte Temperatursignal, in Figur 3 ist dies das Temperatursignal TS2, wieder auf den Low-Zustand zurückgeht, wechselt auch das Ausgangssignal Uout wieder seinen logischen Zustand, was in Figur 3 zum Zeitpunkt t2 erfolgt. Die Zeitdauer t2 - t1 ist dann ein Maß für die maximal vorherrschende Temperatur.

15 Da alle Speicherbausteine 2.1 bis 2.n über einen gemeinsamen Speicherbus gesteuert werden, kann die Synchronisation der Pulsausgabe zu einem festgelegten Trigger-Ereignis über den Speicherbus erfolgen. Als Trigger-Ereignis kann beispielsweise der Zeitpunkt der Auslösung eines Auffrischungsbefehls
20 (CBR, Refresh) dienen.

Grundsätzlich ist auch eine nicht synchrone Ausgabe beziehungsweise Temperaturübermittlung möglich, wobei der Speichersteuerbaustein 1 aus der Statistik des Tastverhältnisses der Spannung auf der Signalleitung Rückschlüsse auf die Temperatur ϑ ziehen kann. Zur Auswertung kann beispielsweise der Mittelwert der erzeugten Spannung verwendet werden.

Des weiteren ist es möglich, die Skalierung der Pulslänge an dem bei der aktuellen Temperatur notwendigen Refresh-Intervall zu eichen. Kürzere Refresh-Intervalle bedeuten dann längere Pulse. Dem Speichersteuerbaustein 1 wird wiederum der kritische Wert über die vorhandene verdrahtete Oder-Schaltung übermittelt. Der Speichersteuerbaustein 1 kann dann das Refresh-Intervall an die Temperaturverhältnisse anpassen. Bei niedrigen Temperaturen kann somit durch die Einsparung von Zeit für das Auffrischen der Speicherzellen Zeit für andere

Speicheroperationen gewonnen werden. Bei hohen Temperaturen kann durch die Verkürzung der Refresh-Intervalle Datenverlusten vorgebeugt werden.

- 5 Die Lösung gemäß Figur 2 hat den Vorteil, dass zur Temperaturübermittlung und Überwachung nur eine Signalleitung erforderlich ist.

Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Steuern eines oder mehrerer Speicherbausteine,

5 mit einem Temperatursensor (4) zur Erfassung der Temperatur (9) des Speicherbausteins (2), welcher im Speicherbaustein (2) angeordnet ist,

10 mit einem Speichersteuerbaustein (1), welcher zur Auswertung der Temperatur (9) mit dem Speicherbaustein (2) verbunden und derart ausgebildet und betreibbar ist, dass, falls die Temperatur (9) einen bestimmten Wert überschreitet, ein Anpassungsvorgang eingeleitet wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

15 mit einem weiteren Speicherbaustein (2.2) und mit einem weiteren Temperatursensor (4.2) zur Erfassung der Temperatur (92) des weiteren Speicherbausteins (2.2), welcher im weiteren Speicherbaustein (2.2) angeordnet ist, und mit einem Mittel zur Bestimmung der höchsten Temperatur (91, 92), welches zwischen die Speicherbausteine (2.1, 2.2) und den Speichersteuerbaustein (1) geschaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,

25 bei der die Speicherbausteine (2.1, 2.2) Pulsweiten codierer aufweisen, um pulsweiten codierte Temperatursignale (TS1, TS2) zu erzeugen, welche dem Mittel zur Bestimmung der höchsten Temperatur vorgeschaltet sind, und

30 bei der das Mittel zur Bestimmung der höchsten Temperatur eine verdrahtete ODER-Schaltung umfasst, um die pulsweiten codierten Temperatursignale (TS1, TS2) zu verknüpfen.

4. Verfahren zum Steuern eines oder mehrerer Speicherbausteine,

35 bei dem mittels des Speicherbausteins (2) ein Temperatursignal (TS) an einen Speichersteuerbaustein (1) gesendet wird, bei dem mittels des Speichersteuerbausteins (1) das Temperatursignal (TS) auswertet wird, und

falls die Temperatur (9) einen bestimmten Wert überschreitet, ein Anpassungsvorgang einleitet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

5 bei dem mittels des Anpassungsvorgangs die Anzahl der Befehle pro Zeiteinheit, die an den Speicherbaustein (2) gesendet werden, reduziert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

10 bei dem mittels des Anpassungsvorgangs die Temperatur (9) im Speicherbaustein (2) gesenkt wird, indem eine Kühleinheit (3) aktiviert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4, 5 oder 6,

15 bei dem mittels des Anpassungsvorgangs die Anzahl der Speicheraufrischungen pro Zeiteinheit erhöht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7,

20 bei dem mittels des Anpassungsvorgangs der Speicherbaustein (2) gezielt deaktiviert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8,

bei dem mittels des Anpassungsvorgangs das Gesamtsystem gezielt heruntergefahren wird.

25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9,

bei dem die Temperatur (9) binär codiert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10,

30 bei dem die Temperatur (9) in ein frequenzcodiertes Temperatursignal umgesetzt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10,

35 bei dem die Temperatur (9) in ein pulsweiten codiertes Temperatursignal umgesetzt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9,
bei dem die Temperatur (9) in ein analoges Temperatursignal
umgesetzt wird.

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zum Steuern eines oder mehrerer Speicherbausteine

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen Temperatursensor (4) zur Erfassung der Temperatur (9) des Speicherbausteins (2) auf, welcher im Speicherbaustein (2) angeordnet ist. Zusätzlich ist ein Speichersteuerbaustein (1) vorgesehen, welcher zur Auswertung der Temperatur (9) mit dem Speicherbaustein (2) verbunden und derart ausgebildet und betreibbar ist, dass, falls die Temperatur (9) einen bestimmten Wert überschreitet, ein Anpassungsvorgang eingeleitet wird.

10
15

Figur 1

Bezugszeichenliste

1	Speichersteuerbaustein
2	Speicherbaustein
5 2.1	erster Speicherbaustein
2.2	zweiter Speicherbaustein
2.n	n-ter Speicherbaustein
3	Lüfter
4	Temperatursensor
10 4.1	erster Temperatursensor
4.2	zweiter Temperatursensor
4.n	n-ter Temperatursensor
9	Temperatur
91	Temperatur im ersten Speicherbaustein
15 92	Temperatur im zweiten Speicherbaustein
9n	Temperatur im n-ten Speicherbaustein
TS	Temperatursignal
TS1	erstes Temperatursignal
TS2	zweites Temperatursignal
20 TSn	n-tes Temperatursignal
Uout	Ausgangsspannung
VDD	Betriebsspannung
CS	Steuersignal
LS	Lüftersteuersignal

P2003,0180

112

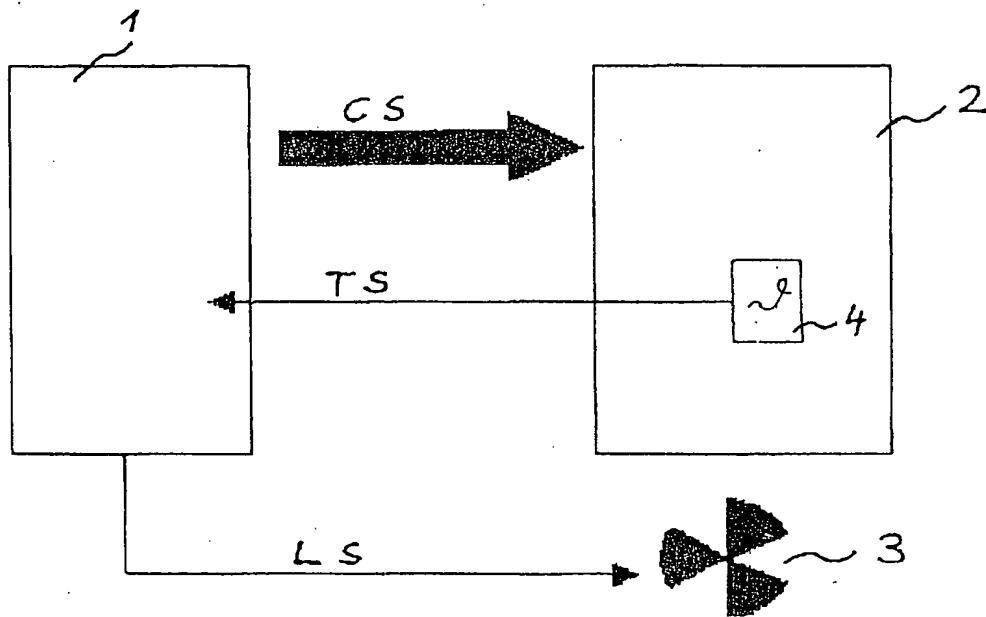


Fig. 1

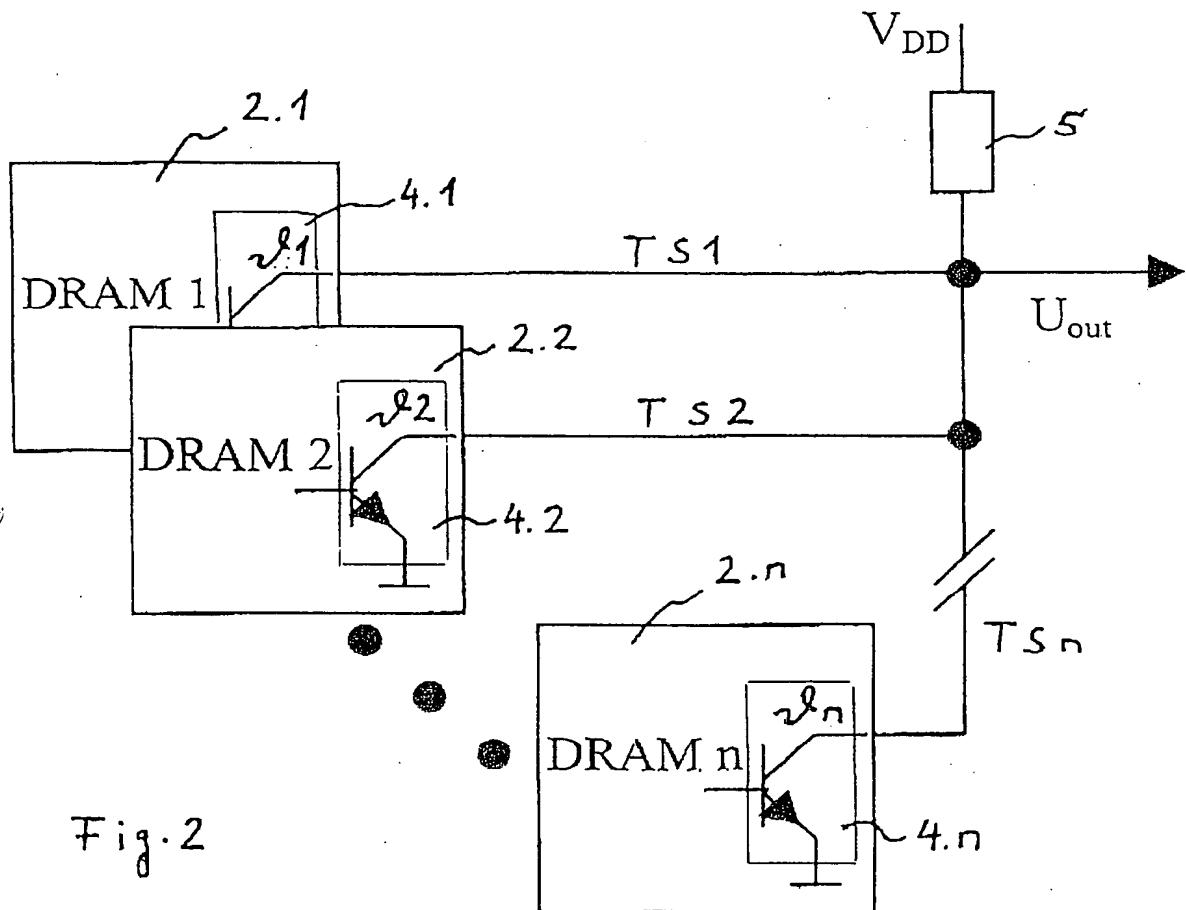


Fig. 2

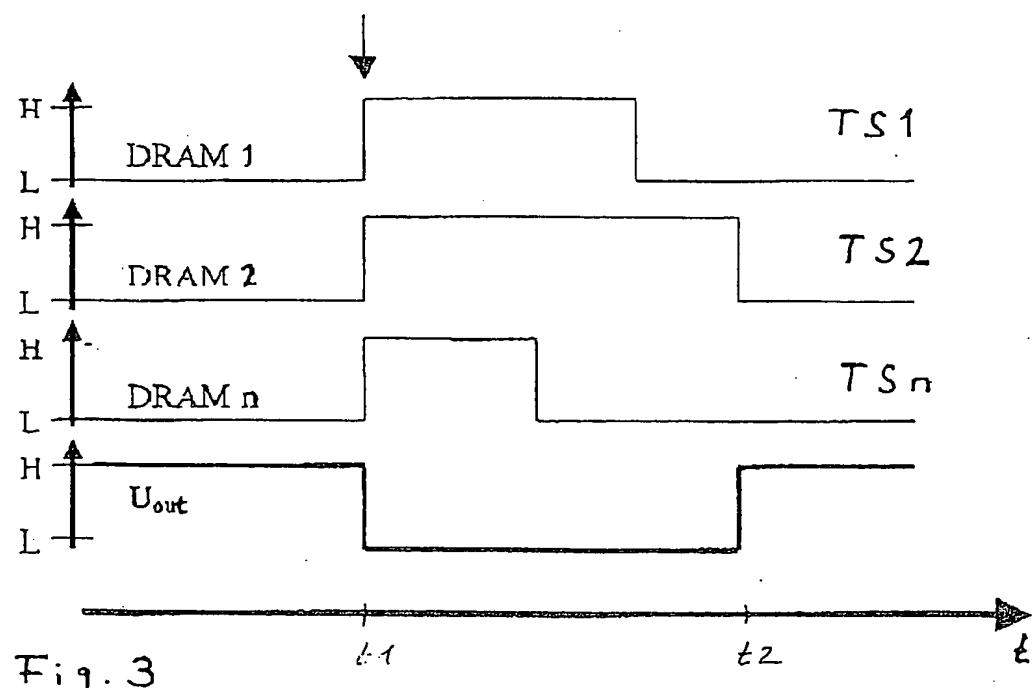


Fig. 3